

中国医学百科全书

消毒、杀虫、灭鼠

上海科学技术出版社

中国医学百科全书

中国医学百科全书编辑委员会

上海科学技术出版社

中国医学百科全书

消毒、杀虫、灭鼠

刘育京 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海东方印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 8.5 字数 173,000

1988年3月第1版 1988年3月第1次印刷

ISBN7-5323-0544-9/R·163

书号: 14119·1933 定价: 2.20元

《中国医学百科全书》编辑委员会

主任委员 钱信忠

副主任委员 黄家驷 季钟朴 郭子恒 吴阶平 涂通今 石美鑫 赵锡武

秘书长 陈海峰

副秘书长 施奠邦 冯光 朱克文 戴自英

委员 (以姓氏笔划为序)

| | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|-----|--------|
| 丁季峰 | 土登次仁 | 马飞海 | 王 懿(女) | 王玉川 | 王世真 | 王用椿 |
| 王永贵 | 王光清 | 王叔咸 | 王季午 | 王冠良 | 王雪苔 | 王淑贞(女) |
| 王鹏程 | 王德鉴 | 王翰章 | 毛文书(女) | 毛守白 | 邓家栋 | 石茂年 |
| 石美鑫 | 卢惠霖 | 卢静轩 | 叶恭绍(女) | 由 崑 | 史玉泉 | 白清云 |
| 邝贺龄 | 冯光(女) | 兰锡纯 | 司徒亮 | 毕 涉 | 吕炳奎 | 曲绵域 |
| 朱 潮 | 朱壬葆 | 朱克文 | 朱育惠 | 朱洪荫 | 朱既明 | 朱霖青 |
| 任应秋 | 刘世杰 | 刘育京 | 刘毓谷 | 米伯让 | 孙忠亮 | 孙瑞宗 |
| 苏德隆 | 杜念祖 | 杨医亚 | 杨国亮 | 杨树勤 | 杨铭鼎 | 杨藻宸 |
| 李 昆 | 李永春 | 李宝实 | 李经纬 | 李振志 | 李肇特 | 李聪甫 |
| 吴之理 | 吴执中 | 吴阶平 | 吴英恺 | 吴征鉴 | 吴绍青 | 吴咸中 |
| 吴贻谷 | 吴恒兴 | 吴蔚然 | 余 灏 | 宋今丹 | 迟复元 | 张 祥 |
| 张世显 | 张立藩 | 张孝骞 | 张昌颖 | 张泽生 | 张学庸 | 张涤生 |
| 张源昌 | 陆如山 | 陈 信 | 陈中伟 | 陈明进 | 陈国桢 | 陈海峰 |
| 陈灏珠 | 林巧稚(女) | 林克椿 | 林雅谷 | 郁知非 | 尚天裕 | 罗元恺 |
| 罗致诚 | 季钟朴 | 依沙克江 | 周金黄 | 周敏君(女) | 郑麟蕃 | 孟继懋 |
| 赵炳南 | 赵锡武 | 荣独山 | 胡传揆 | 胡熙明 | 钟学礼 | 钟惠澜 |
| 侯宗濂 | 俞克忠 | 施奠邦 | 姜春华 | 洪子云 | 夏镇夷 | 顾学箕 |
| 顾绥岳 | 钱 惠 | 钱信忠 | 徐丰彦 | 凌惠扬 | 郭 迪 | 郭乃春 |
| 郭子恒 | 郭秉宽 | 郭泉清 | 郭振球 | 郭景元 | 唐由之 | 涂通今 |
| 诸福棠 | 陶恒乐 | 黄 量(女) | 黄文东 | 黄耀燊 | 黄家驷 | 黄炳祥 |
| 黄绳武 | 曹钟梁 | 盖宝璜 | 梁植权 | 董 郡 | 董承琅 | 蒋豫图 |
| 韩 光 | 程之范 | 傅丰永 | 童尔昌 | 曾宪九 | 谢 荣 | 谢少文 |
| 裘法祖 | 蔡 荣 | 蔡 翹 | 蔡宏道 | 戴自英 | | |

序

《中国医学百科全书》的出版是我国医学发展史上的一件大事，也是对全人类医学事业的重大贡献。六十年代初，毛泽东同志曾讲过：可在《医学卫生普及全书》的基础上编写一部中国医学百科全书。我们深感这是一项重大而艰巨的任务，因此积极进行筹备工作，收集研究各种有关医学百科全书的资料。但由于十年动乱，工作被迫中断。粉碎“四人帮”后，在党和政府的重视和支持下，医学百科全书的编写出版工作又重新开始。一九七八年四月，在北京正式召开筹备会议，拟订了编写出版方案和组织领导原则。同年十一月，在武汉举行了第一次编委会，落实了三十多个主编单位，全国医学界的著名专家、教授和中青骨干都参加了编写工作。

祖国医学发展史中，历代王朝就有学者编纂各类“集成”和“全书”的科学传统，但系统、全面地编写符合我国国情和医学科学发展史实的大型的医学百科全书还是第一次。这是时代的需要，人民的需要，是提高全民族科学文化水平，加速实现社会主义现代化建设的需要。从长远来看，这是发展我国医药卫生事业和医学科学的一项基本建设，也是建设社会主义精神文明建设的重要组成部分。因此，编写出版《中国医学百科全书》是我国医学界的一项重大历史使命。

我国既有源远流长的祖国医学，又有丰富多彩的现代医学。解放以来，在党的卫生方针指导下，还积累了群众性卫生工作

和保健强身的宝贵经验，涌现了许多中西医结合防治疾病的科研成果。在我们广大的医药卫生队伍中，有一大批具有真才实学，又善于写作的专家，他们都愿意为我国科学文化事业竭尽全力，把自己的经验总结出来，编写出具有我国特点的医学百科全书。

《中国医学百科全书》是一部专科性的医学参考工具书，主要读者对象是医药院校毕业及具有同等水平的医药卫生人员，但实际需要查阅这部全书的读者将远远超过这一范围。全书内容包括祖国医学、基础医学、临床医学、预防医学和特种医学等各个学科和专业，用条目形式撰写，以疾病防治为主体，全面而精确地概述中西医药科学的重要内容和最新成就。在编写上要求具有高度的思想性和科学性，文字叙述力求言简意明，浅出深入，主要介绍基本概念、重要事实、科学论据、技术要点和肯定结论，使读者便于检索，易于理解，少化时间，开卷得益。一般说来，条目内容比词典详尽，比教材深入，比专著精炼。

为适应各方面的需要，《中国医学百科全书》的编写出版工作准备分两步走：先按学科或专业撰写分卷单行本，然后在此基础上加以综合，按字顺编排出版合订本。这两种版本将长期并存。随着学科发展的日新月异，我们并将定期出版补新活页。由于涉及面广，工作量大，经验不足，缺点错误在所难免，希望读者批评指正。

钱信忠

1982年11月

中国医学百科全书

消毒、杀虫、灭鼠

主 编：刘育京 (中国人民解放军军事医学科学院)

副主编：陆宝麟 (中国人民解放军军事医学科学院)

邓 址 (中国人民解放军军事医学科学院)

编 委：(以姓氏笔画为序)

王赞功 (中国人民解放军军事医学科学院)

朱成璞 (中国人民解放军军事医学科学院)

吴光华 (中国人民解放军南京军区后勤部军事医学研究所)

涂 瀛 (中国人民解放军第三军医大学)

编写说明

- 一、本分卷含消毒学、医学昆虫防制学、鼠类防制学三部分内容。为简练醒目，卷名采用“消毒、杀虫、灭鼠”。消毒、杀虫、灭鼠三个名词日常使用较普遍，但意义多含混不清。本分卷从学科出发并结合我国习惯，分别给予相应定义，编写内容亦以所下定义范围为准。
- 二、本分卷共选收81个条目，按消毒、杀虫、灭鼠三类编排。消毒类以总论与杀菌的物理方法和药物在前，其次为主要微生物的杀灭方法，最后是各种对象的实用消毒方法。杀虫与灭鼠均以总论以及防制药物与器械在前，各种卫生害虫与鼠类的防制在后。
- 三、本分卷为便于读者查索，正文前有条目目录，书末有中文词目索引。目录按正文内条目顺序编排，索引则按笔画多少为序。为便于读者进一步了解，部分条目后附有参考书目。正文后附有略词检索与汉英、英汉专业名词对照，以便读者参考。有关生物种类的拉丁学名，统一编入英汉专业名词对照中，其属与种的名称用斜体字表示以示区别。略词检索中包括文内曾叙及而平时较少使用的度量衡单位符号。
- 四、消毒学、医学昆虫防制学、鼠类防制学的内容，不免会与其他学科有所重复。考虑到系统与完整性，本分卷仍将其中少部分选入，但在叙述中侧重于微生物的杀灭或卫生害虫与鼠类的防制。与生物武器防护医学有关的内容，因另有分卷，本分卷一般不予选收。
- 五、消毒学、医学昆虫防制学与鼠类防制学均为新近独立出来的学科。我国过去在这方面的系统论述较少，很多名词术语尚未统一，有的意义也不够明确。本分卷尽量采用习惯沿用的名词术语，对易于混淆者则作适当解释，并在文内加以注释，希能借此促进我国在本专业方面的名词术语逐步统一。
- 六、本分卷在编写时，力求介绍比较新的但也是比较成熟稳定的理论与技术。但因近年来学科发展迅速，我们的水平又有限，所编内容可能有所遗漏与错误，希读者提出宝贵意见，以待再版时修改。
- 七、本分卷编审与修改工作分三个小组进行。消毒部分由刘育京、涂瀛等同志主持；杀虫部分由陆宝麟、朱成璞、王赞功等同志主持；灭鼠部分由邓址、吴光华等同志主持。在编写过程中，得到陈锦石、陶凤祥等同志的协助，特此致谢。

消毒、杀虫、灭鼠分卷编辑委员会

一九八五年十二月

中国医学百科全书

消毒、杀虫、灭鼠

目 录

消 毒

| | |
|-----------|----|
| 消毒 | 1 |
| 热力消毒 | 2 |
| 紫外线消毒 | 4 |
| 电离辐射消毒 | 6 |
| 微波消毒 | 7 |
| 红外线消毒 | 8 |
| 激光消毒 | 9 |
| 超声波消毒 | 9 |
| 过滤除菌 | 10 |
| 微生物自然衰亡 | 11 |
| 消毒剂 | 12 |
| 液体消毒剂 | 12 |
| 卤素消毒剂 | 14 |
| 气体消毒剂 | 16 |
| 植物消毒剂 | 18 |
| 消毒剂杀菌机理 | 18 |
| 消毒剂杀菌试验 | 13 |
| 苯酚系数 | 20 |
| 消毒效果生物鉴定法 | 20 |
| 消毒动力学 | 21 |
| 芽胞的杀灭 | 23 |
| 结核杆菌的杀灭 | 24 |
| 病毒的灭活 | 25 |
| 真菌的杀灭 | 25 |
| 医院消毒 | 26 |
| 疫源地消毒 | 28 |
| 空气消毒 | 29 |
| 食品消毒 | 30 |
| 生活饮用水消毒 | 32 |
| 污水消毒 | 33 |
| 药品消毒 | 34 |
| 生物制品消毒 | 36 |

杀 虫

| | |
|-----|----|
| 杀虫 | 36 |
| 杀虫剂 | 37 |

| | |
|-----------|----|
| 有机氯杀虫剂 | 38 |
| 有机磷杀虫剂 | 39 |
| 氨基甲酸酯类杀虫剂 | 41 |
| 拟除虫菊酯类杀虫剂 | 41 |
| 昆虫生长调节剂 | 42 |
| 植物杀虫剂 | 43 |
| 驱避剂 | 43 |
| 杀虫剂毒理学 | 44 |
| 杀虫剂毒力测定 | 45 |
| 昆虫抗药性 | 46 |
| 杀虫喷洒器械 | 47 |
| 蚊虫防制 | 49 |
| 蝇类防制 | 51 |
| 白蛉防制 | 52 |
| 蠓类防制 | 53 |
| 蚋类防制 | 54 |
| 虻类防制 | 54 |
| 蚤类防制 | 55 |
| 虱类防制 | 56 |
| 蜱螨防制 | 57 |
| 臭虫防制 | 58 |
| 蝉类防制 | 59 |
| 螨类防制 | 59 |
| 有毒节肢动物防制 | 61 |

灭 鼠

| | |
|-------------|----|
| 灭鼠 | 62 |
| 啮齿动物生态行为 | 63 |
| 啮齿动物种群数量估计法 | 64 |
| 鼠源性疾病 | 65 |
| 啮齿动物防制方法 | 66 |
| 防鼠建筑 | 67 |
| 灭鼠剂 | 68 |
| 急性灭鼠剂 | 68 |
| 慢性灭鼠剂 | 70 |
| 灭鼠熏杀剂 | 72 |
| 灭鼠剂抗药性 | 73 |
| 灭鼠剂毒力测定 | 74 |

| | |
|-------------|----|
| 灭鼠剂评价..... | 74 |
| 驱鼠剂..... | 76 |
| 大家鼠防制..... | 76 |
| 小家鼠防制..... | 77 |
| 黑线姬鼠防制..... | 78 |
| 黄毛鼠防制..... | 78 |
| 黄鼠防制..... | 79 |
| 沙鼠防制..... | 80 |
| 布氏田鼠防制..... | 81 |

| | |
|-----------|----|
| 旱獭防制..... | 81 |
| 鼠兔防制..... | 82 |

附 录

| | |
|-------------------|-----|
| 略词检索..... | 83 |
| 汉英消毒、杀虫、灭鼠词汇..... | 84 |
| 英汉消毒、杀虫、灭鼠词汇..... | 100 |
| 索引..... | 117 |

消毒

消毒在医学中为对传播媒介上的微生物，特别是病原微生物进行杀灭或清除使达无害化处理的总称。达到无菌程度的消毒又称灭菌；对活组织表面的消毒又称抗菌；防止食品等无生命有机物腐败的消毒又称防腐。

消毒为预防微生物引起疾病的重要手段之一。平时，除发生传染病需进行疫源地消毒外，尚需对可能被病原微生物污染的物品、场所和人体表面等进行经常的预防性消毒处理，如饮水消毒、食品消毒、医疗器材消毒、公共场所消毒以及污水、污物消毒等等。战时，消毒更是清除生物战剂污染的重要手段。由于消毒处理的对象复杂，涉及面广，工作量大，在技术上要求不断改进，因此已成为医学研究中的一个重要方面。

消毒的历史(见下表)，可追溯到微生物发现以前。当时人类根据生活经验已不自觉地某些方面采取了消毒措施。如我国人民早已应用加热、干燥、烟熏、盐腌、糖渍、酸化等法保存食物；纪元前阿里斯多德曾建议士兵饮用煮沸的水；中世纪阿拉伯医生曾使用升汞处理开放性伤口等等。现代消毒，始于19世纪，是在对微生物与传染学说有较清楚的认识以后，逐步发展起来的。

我国解放前，无专业消毒队伍。解放后，消毒事业取得较快发展。各省、市以至大多数县卫生防疫站均已设有消毒科，部分大城市设有消毒站，有的单位更成立专门研究组织探索新的方法和药物。此类措施均促进了消毒工作专业化的加强。

消毒可以利用物理、化学与生物学等方法进行。利用物理因子作用于微生物，将之杀灭或清除的方法称物理消毒法。物理因子按其作用可分为五类：①具灭菌作用者：如热力、红外线、微波、激光、电离辐射等，杀灭微生物的能力强，处理时易达灭菌要求；②具一定杀菌作用者：如紫外线、超声波等，可杀灭大部分微生物，但难达灭菌要求；③具防腐与自然净化作用者：如寒冷、冰冻、干燥等，杀灭微生物能力有限，仅于防腐与自然净化中发挥作用，尚未见用于其他人工消毒措施；④具除菌作用者：如机械擦拭、冲洗、过滤等，虽不能杀灭微生物，但可将之清除以达灭菌或其他消毒目的；⑤具辅助作用者：如真空、磁力、压力等，能为杀灭或清除微生物创造有利条件，缩短消毒时间或加强消毒效果。

利用化学药物杀灭微生物称化学消毒法，所用药物统称消毒剂。消毒剂中可杀灭一切类型微生物者，如漂白粉、过氧乙酸、环氧乙烷、甲醛、戊二醛等，因可用于灭菌处理，故又称灭菌剂。消毒剂中主要为抑菌作用的药物，如吡啶黄、结晶紫、苯甲酸、8-羟基喹啉等，多仅用于抗菌或防腐，故又称抗菌剂或防腐剂。化学消毒用药方法有溶液浸泡、擦拭、喷洒法，气体或烟雾熏蒸法和粉剂直接处理法等。

利用生物于新陈代谢过程中形成的条件将微生物杀灭或清除者，称生物消毒法。如污水净化，可利用厌氧微生物的生长来阻碍需氧微生物的存活；粪便垃圾堆肥，可

主要消毒方法发展表

| 年分 | 创始人 | 消毒方法 |
|------|---------------|---|
| 1804 | Appert | 食品煮沸后密封保存 |
| 1825 | Labarraque | 次氯酸盐处理伤口 |
| 1827 | Alcock | 漂白粉消毒饮水 |
| 1860 | Kuchenmeister | 以苯酚作为消毒剂 |
| 1861 | Semmelweis | 漂白粉消毒预防产褥热 |
| 1865 | Lister | 苯酚消毒预防手术后感染 |
| 1876 | Tyndall | 间歇灭菌 |
| 1877 | Bergmann | 升汞消毒 |
| 1878 | Pasteur | 无菌技术预防手术感染 |
| 1880 | Chamberland | 压力蒸气灭菌 |
| 1884 | Chamberland 等 | 素磁滤烛液体除菌 |
| 1888 | Blum 等 | 甲醛消毒 |
| 1894 | Reinicke | 乙醇消毒 |
| 1897 | Kinyoun | 夹层压力蒸气灭菌器灭菌 |
| 1903 | Grossich | 碘酊消毒手术区皮肤 |
| 1916 | Jacob 等 | 发现季铵盐类药物杀菌作用 (1935, Domagk进一步研究后始广泛应用) |
| 1923 | Gates | 确定紫外线杀菌作用最强波段 |
| 1929 | Schrader 等 | 发现环氧乙烷杀菌作用(1949, Phillips等进一步研究后始广泛应用) |
| 1933 | Underwood | 集中供应灭菌器材 |
| 1951 | Greenspan 等 | 过氧乙烷消毒 |
| 1953 | Ethicon 公司 | β 射线灭菌 |
| 1954 | Davis 等 | 洗必太消毒 |
| 1957 | Gershenfield | 合成碘伏 |
| 1960 | Wantage 研究所 | 钴-60装置灭菌 |
| 1961 | Whittfield | 层流通风除菌 |
| 1963 | Storchill | 戊二醛消毒 |

利用嗜热菌发酵产生的热杀灭病原微生物；水的过滤，可利用生物在新陈代谢过程中形成的生物膜将微生物滤除。生物消毒法作用慢，效果不完全可靠，但比较经济，对大量的粪便、垃圾、污水等仍不失为一种基本的处理方法。

各种理化因子对微生物的杀灭机理，主要有以下四类作用：①作用于细胞膜使其功能受到损害，如季铵盐类、双胍类、酚类等消毒剂的杀菌作用；②作用于菌体核酸与蛋白质使之变性，如电离辐射、加热、醇类、酚类、卤素等的杀菌作用；③作用于微生物的酶与辅酶使之灭活，金属离子的杀菌作用多属此类反应，环氧乙烷、乙型丙内酯、甲醛等亦可使酶的巯基烷化而破坏微生物的新陈代谢；④抑制核酸的合成，如吡啶类药物可与DNA结合而影响其在RNA合成中的模板作用。

消毒时，处理剂量是杀灭微生物所需的基本条件，包含两个因素，一为强度，一为时间。强度在热力消毒中指温度，在电离辐射消毒中指照射强度，在化学消毒中指药物浓度。时间指所使用处理方法对微生物作用的时间。一

般强度愈高，微生物愈易死亡；时间愈长，微生物遭到杀灭的机率也愈大。强度与时间可互相补偿，但均有一定极限。消毒时必须正确规定处理的强度与时间。对化学消毒，多以浓度系数(n 值)表示其药物浓度与作用时间的关系：

$$\text{浓度系数}(n) = \frac{\lg T_2 - \lg T_1}{\lg C_1 - \lg C_2}$$

(药物浓度为 C_1 时，所需杀菌时间为 T_1 ；药物浓度为 C_2 时，所需杀菌时间为 T_2)

浓度系数大的消毒剂，浓度效应较明显，使用时应注意浓度的准确性。例如，石炭酸的浓度系数为 4~6，将浓度减半时，作用时间需延长 16~64 倍 ($2^4 \sim 2^6$)。系数小的消毒剂，浓度效应较差，相对来说时间的影响就比较突出。例如环氧乙烷的浓度系数为 1，如将作用时间缩短一半，浓度即要加大一倍。

不同种类微生物对各种消毒处理的耐受性不一样。细菌芽胞抗力最强，一般多用之作为最难杀灭的微生物代表；结核杆菌、真菌孢子、肠道病毒与肉毒杆菌毒素等，对某些消毒措施比较敏感，但对某些则具一定耐力，因在选择方法上应予慎重；至于其他细菌繁殖体与病毒，以及螺旋体、支原体、立克次体、科克斯体与衣原体等，对消毒处理的耐受力差，常用方法一般均可收到较好的效果。

消毒的效果可受环境条件影响，研究最多者为温度因素。其影响程度多以温度系数 (Q_{10}) 表示，即在一定条件下，温度每增加 10°C ，杀灭微生物所需时间与原需时间的比值。系数愈大，温度效应愈明显。一般，温度愈高，杀菌效果愈好，但亦有少数例外，如臭氧消毒饮水，温度过高，不利其溶解，效果反而降低。此外，作用因子穿透的难易，有机物的多少，化学拮抗物质的有无，溶液酸碱度的强弱，空气湿度的高低等亦均可严重影响消毒效果。

消毒效果的鉴定，在某些情况下，可用物理学或化学法间接进行。例如：热力灭菌时，可观察温度、压力的变化或化学指示剂的反应；电离辐射灭菌或环氧乙烷灭菌时，可观察化学指示剂的反应；饮水消毒时可测定余氯含量等。此类方法虽然简便，但准确性较差，鉴定时仍多以微生物学测定法为基础，即根据处理前后微生物存活情况判断其效果。其结果多用杀灭率表示。杀灭率是指消毒处理时，杀灭微生物的百分率(见“消毒剂杀菌试验”条)。与其相似的尚有：清除率，即清除掉微生物的百分率，多用于评价机械擦洗消毒效果；阻留率，系指过滤除菌法中微生物被阻留的百分率；衰亡率，系指微生物自然死亡的百分率；消亡率，系指空气中微生物沉降与死亡总和所占的百分率；灭除率，则指污染于表面的微生物被杀灭与清除总和所占的百分率。另一种与杀灭率相对应的表达方式为灭活指数，即消毒处理中使微生物减少的指数。它是用处理后微生物存活个数去除原有微生物，然后将结果化为 10 的乘方以表示。例如，原有菌数为 100,000 个，处理后只留下 100 个，其灭活指

数即为 10^5 。灭活指数 1^5 ，相当于杀灭率 99.9%，为大多数情况下消毒处理所要求达到的杀菌程度。

目前，消毒工作需要迫切解决的问题，一是寻找更为简便、有效的方法与药物以满足各种要求；一是如何正确使用现有方法，使之充分发挥作用。为解决这些问题，不仅需寻找新的杀菌因子，尚须于杀菌机理、消毒动力学、器械设计以及影响因素等方面进行深入研究。

(刘育京)

热力消毒

热力消毒系指利用热力作用杀灭病原微生物防止疾病传播的处理。若将微生物全部杀灭则称热力灭菌。热力消毒为最古老的一种消毒方法，自人类用火以来，即已不自觉在进行热力消毒。我国古代有“百沸无毒”之说，宋代庄绰指出：“纵细民在道路上，亦必饮煎水。”明代李时珍在《本草纲目》中写道：“天行瘟疫，取出病人衣服，于甑上蒸过，则一家不染”。基督教《圣经》中记载用火焚毁患者衣物以防疫病的传播。十九世纪以来，人们认识微生物后，热力消毒不断得到新发展。Schroeder(1859)提出压力蒸气灭菌法，Pasteur(1863)提出低热消毒法，Tyndall(1876)提出间歇灭菌法，Terrillon(1883)提出使用煮沸、干热与火焰灼烧法处理手术器械等等。迄今，热力消毒仍为一项使用最广泛，效果最可靠的消毒方法。

热力消毒可分湿热与干热两种。湿热消毒是将物品在水中或用蒸气加热以达消毒的处理。其主要作用是通过菌体酶的破坏与蛋白质的凝固使微生物死亡。干热消毒是在无水情况下加热以达消毒的处理。其主要作用是通过氧化，破坏细菌原生质使微生物死亡。湿热杀菌作用较干热为强，但所有微生物均可被此两种处理方法杀灭而达灭菌。

微生物对热的抵抗力多用热死亡时间表达，即在一定温度与条件下，全部杀死该种微生物所需的时间。不同微生物在湿热或干热处理下的热死亡时间不尽相同，其中以细菌芽胞最长，而嗜热脂肪芽胞杆菌芽胞又较一般病原菌芽胞的热死亡时间为长(见表 1)。

表 1 微生物热死亡时间概值(min)

| 微 生 物 | 煮 沸 | | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 100 °C | 121 °C | 132 °C | 160 °C | 180 °C |
| 细菌繁殖体 | 2 | 1 | < 1 | 3 | < 1 |
| *病 毒 | 2 | 1 | < 1 | 3 | < 1 |
| 真菌孢子 | 2 | 1 | < 1 | 3 | < 1 |
| 产气荚膜梭菌芽胞 | 5 | 2 | < 1 | 4 | < 1 |
| 腐败梭菌芽胞 | 10 | 3 | < 1 | 6 | < 1 |
| 炭疽杆菌芽胞 | 10 | 3 | < 1 | 6 | < 1 |
| 破伤风杆菌芽胞 | 60 | 5 | 1 | 12 | 2 |
| 肉毒杆菌芽胞 | 300 | 12 | 2 | 30 | 5 |
| 嗜热脂肪芽胞杆菌芽胞 | 300 | 12 | 2 | 30 | 5 |

* 乙型肝炎病毒热死亡时间较一般病毒为长，与产气荚膜梭菌芽胞相似。

热力消毒的情况可用多种方法测定。温度计或压力计(对压力蒸气灭菌)可直接或间接标示达到的温度。热电偶测温计与自动记录仪可记录灭菌过程中温度的变化。为了解压力蒸气灭菌器内每件物品是否达到灭菌,还可事先夹放化学指示剂。过去用已知熔点药物,只可测达到的温度,不知在该温度停留的时间。新法利用药物变色反应,可进一步指示达到规定温度所持续的时间。测知是否达灭菌的最准确方法为微生物学鉴定法,即将染有指示微生物的菌片夹放于消毒物品中,灭菌后取出培养,观察结果。指示微生物多选用嗜热脂肪芽胞杆菌芽胞。此法不能立即获得结果,多仅用于灭菌试验或定期检查设备是否能达灭菌要求。

湿热消毒常用有:煮沸、流通蒸气、低热、间歇加热、压力蒸气等法;干热消毒常用有:焚烧、烧灼与干烤等法。

煮沸消毒法 煮沸消毒法系指将物品放于水中加热至沸点的消毒方法。其热力传导主要靠水的对流,温度一般不超过 100°C 。此法几分钟即可杀死微生物繁殖体,对乙型肝炎病毒或肉毒杆菌毒素,需十余分钟,而对细菌芽胞则需数十分钟以至数小时,故多不用作灭菌处理。消毒所需的煮沸时间随处理物品而异。对衣服等大件物品,热力穿透情况良好时,需 $15\sim 30\text{min}$,餐具或导热较好的金属物品,时间可少些。煮沸时,在水中加少量增效剂,如肥皂(0.5%)或碳酸钠、磷酸钠(1%)等,可提高消毒效果,但应注意避免对某些物品的腐蚀。消毒时间从水沸开始计算。物品应全部浸于水内,不得放入可增加粘稠度物质。高原地区沸点低,勿用本法消毒,必须使用时应延长煮沸时间。

流通蒸气消毒法 流通蒸气消毒法是利用水蒸气加热进行消毒的一种方法。热力穿透主要依靠水蒸气释放潜伏热(2257J/g即539cal/g)与凝聚时体积缩小而产生的负压。消毒温度达 100°C 左右,所需时间与煮沸法相似。多用于牛奶场、啤酒厂、食品厂内大容器与管道消毒,以及食堂餐具消毒。流通蒸气消毒最简单的设备是蒸笼,经常大量处理可于特制消毒器(见图1)内进行。物品安放应注意使水蒸气易于接触到各表面。

低热消毒法 低热消毒法是利用低于 100°C 的热杀灭微生物的消毒方法。本消毒法因由Pasteur创始,故又名巴氏消毒法。低热消毒最早用于酒类处理,因温度较低,不致损坏有效成分,故亦用于高温下易损坏的流质食物与药品,特别是牛奶的处理。便盆、床上用品、尿布、清洁工具、内窥镜、麻醉设备等医院用品亦可用此法消毒。处理温度随物品不同,一般于 65°C 左右,亦有高至 95°C

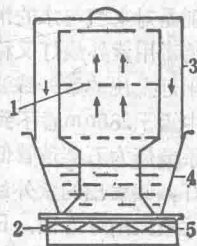


图1 流通蒸气消毒器

1. 带孔隔板
2. 接电源
3. 蒸气回流罩
4. 蒸气发生器
5. 电热器

者。牛奶消毒可于 $61\sim 63^{\circ}\text{C}$ 处理30min,或 $71\sim 72^{\circ}\text{C}$ 处理 $15\sim 20\text{s}$ 。后者可用于大量牛奶的连续流动处理。酒类因含酒精或酸, $44\sim 56^{\circ}\text{C}$ 处理15min即可。疫苗于 60°C 处理60min,时间过长或温度过高均可削弱其抗原性。以上处理,虽温度较低,无法达到灭菌,但能将结核杆菌、布氏杆菌、伤寒杆菌、痢疾杆菌等致病微生物杀灭,并使总菌数减少 $90\sim 95\%$,故可减少疾病传播或延长贮存时间。

间歇加热灭菌法 间歇加热灭菌法为利用间歇加热至 100°C 以杀灭所有微生物的灭菌方法。此法由英人Tyndall所创用,故又称廷德耳灭菌法。间歇加热灭菌法多用于处理不耐高温的培养基与血清制品等。其法将物品加热至 $80\sim 100^{\circ}\text{C}$,持续 $30\sim 60\text{min}$ 后,置于室温下,次日再次同样处理,如此连续3日。物品中如有细菌芽胞存在,在室温下即发芽成为繁殖体,在第二或第三次加热时可被杀灭。加热多用水浴或流通蒸气。

压力蒸气灭菌法 压力蒸气灭菌法是在专门的灭菌器(见图2、3)中利用压力蒸气加热以对物品进行灭菌的一种方法。压力蒸气法达到的温度高(见表2)灭菌效果可靠,为医疗卫生工作中使用最广泛的一种灭菌方法。

压力蒸气灭菌的灭菌时间,由灭菌器内达到要求温度起计算,至灭菌完成为止。其中包括:热力穿透时间、微生物热死亡时间与安全时间(见图4)。安全时间一般规定为热死亡时间之半。热力穿透时间随物品的性质、包装方法、体积大小与放置情况而定,小型手术器械包仅需 $3\sim 5\text{min}$;装于金属提桶中的微生物实验室污染物品则需数十分钟至一小时。微生物热死亡时间加安全时间之和多规定为: 115°C 为30min, 121°C 为15min, 126°C 为10min, 132°C 为3min。

压力蒸气灭菌时,须先将灭菌器中空气排尽才能达到规定温度。压力蒸气灭菌器根据排气法可分为下排气式和预真空式。下排气式压力蒸气灭菌器利用重力作用,使蒸气将空气由上向下经排气孔

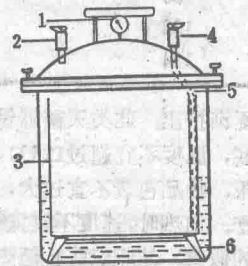


图2 手提式压力蒸气灭菌器结构示意图

1. 压力表
2. 安全阀
3. 消毒桶
4. 排气阀
5. 排气软管
6. 底座

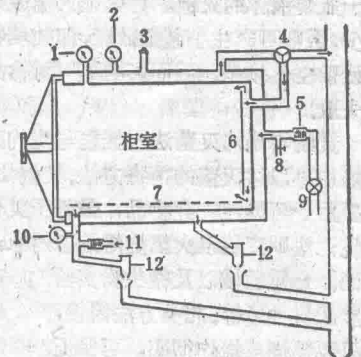


图3 卧式压力蒸气灭菌器结构示意图

1. 柜室压力真空表
2. 夹套压力表
3. 安全阀
4. 蒸气控制阀
5. 蒸气过滤器
6. 分流档板
7. 穿孔托盘
8. 压力调节阀
9. 进气阀
10. 温度计
11. 空气过滤器
12. 阻气器

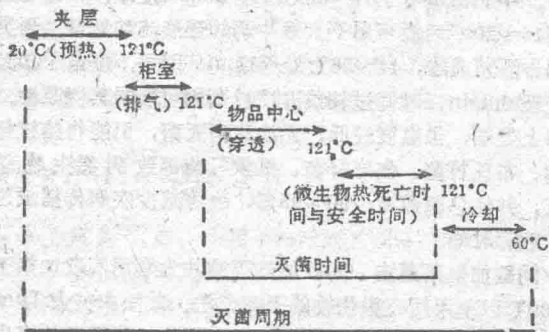


图4 压力蒸气灭菌周期示意图

表2 饱和蒸气温度与压力的关系

| 温度 (°C) | 压力表读数 | |
|------------|--------------------|------|
| | kg/cm ² | psi |
| 100 | 0 | 0 |
| 115 | 0.66 | 9.5 |
| 121 | 1.03 | 14.7 |
| 126 | 1.37 | 19.7 |
| 132 | 1.86 | 26.6 |
| 134 | 2.03 | 29.1 |

逐渐挤出。此类灭菌器设计较简单，但空气排除不彻底，温度不宜超过126℃，所需灭菌时间较长。为保证效果，物品包装不宜过大，数量不宜过多，装放不宜过密。加热时，速度不宜太快，避免出现过早达到灭菌时间的假象。蒸气应防止超热，以免影响凝聚，阻碍热的穿透。预真空式压力蒸气灭菌器利用抽气机，先将灭菌器中的绝对压力抽成2.0~2.7kPa(15~20mmHg)，然后通入蒸气进行灭菌处理。此类灭菌器空气排除较彻底，热力穿透迅速，可在较高温度(132~134℃)进行灭菌，所需灭菌时间短，但对设计与制造的要求较高，且不宜用于瓶装液体的灭菌。为保证灭菌效果，物品装放不宜过少，否则可产生小装量效应，即装填物品过少，灭菌器内残留空气较多，因而影响蒸气对物品的穿透，导致灭菌失败。

焚烧与烧灼灭菌法 焚烧与烧灼灭菌法是直接利用火焰加热以达灭菌的消毒方法。焚烧法是将物品全部焚化，多用于可燃性废弃物，最好于焚化炉(见图5)中进行。烧灼法则直接以火焰烧烤处理对象，多用于消毒污染地面、金属器械以及微生物实验室的接种环等。此类方法简便，只要焚烧或烧灼彻底，可保证灭菌效果，但易损坏物品，使用受到限制。

干烤灭菌法 干烤灭菌是用热的烘烤使物品达到灭菌的处理方法。其热力传导主要靠空气对流与介质传导，速度虽较



图5 焚化炉结构示意图

湿热为慢，但对金属与玻璃器皿损害小，对油脂类物品灭菌作用好，且可使物品保持干燥，故有一定实用价值。干烤一般多于烤箱中进行，常用为机械对流型电热烤箱(见图6)，箱中除电热器外并装有送风机以加强空气对流。

机械对流型烤箱因热力传导较慢，故处理时间长(见表3)。为加速灭菌处理，有用电热真空烤箱者。此类烤箱，物品放入抽至真空(绝对压力0.27kPa即2mmHg)后再加热。物品于真空状态下不易氧化，可热至较高温度，所需处理时间可大大缩短，如于280℃，仅需15 min。

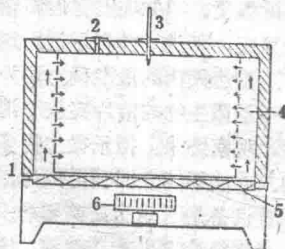


图6 机械对流型电热烤箱结构示意图

1.可调节空气入口 2.可调节排气口 3.温度计 4.通气夹层 5.电热器 6.送风机

表3 干热灭菌时间

| 温度(°C) | 灭菌时间(min) |
|--------|-----------|
| 180 | 30~60 |
| 170 | 60~90 |
| 160 | 120~150 |
| 150 | 150~180 |
| 140 | 180~240 |
| 121 | >480 |

干烤时，物品包装不宜过大。高温可损坏的物品，如棉织品、塑料制品等，不可用此法灭菌。

(顾德鸿)

紫外线消毒

紫外线为波长介于16~397nm的电磁波。其光子能量不足使原子或分子电离，故属非电离辐射。1926年，McKinley发现紫外线能使病毒灭活。1928年，Gates测定了各种波长紫外线对细菌的杀灭能力，并确定杀菌力最强波段为250~270nm。紫外线可用紫外线灯发生，对各种微生物均有一定杀灭能力，已广泛用于消毒工作，特别是对空气与水的消毒。

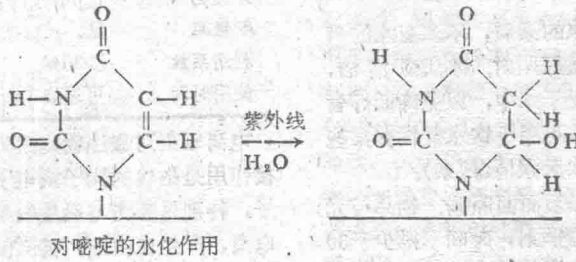
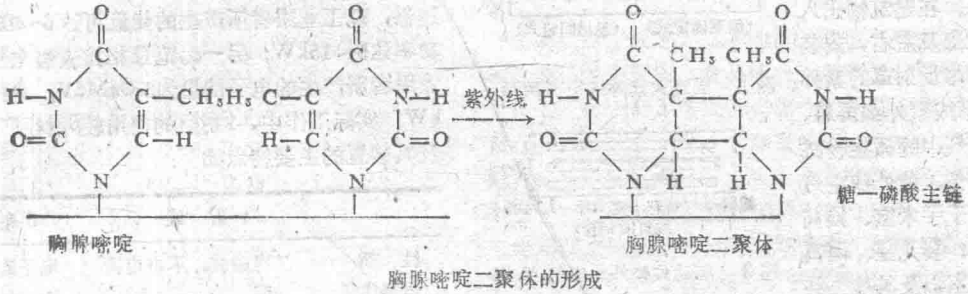
消毒用紫外线灯又称杀菌灯。杀菌灯和太阳灯不同。太阳灯发出的紫外线波长多介于280.4~313.2nm之间，其中短于280nm者不到1%，故杀菌力微弱。目前常用的杀菌灯为石英玻璃管低压(13.3Pa即0.1mmHg)汞蒸气灯，其发出的紫外线，95%的波长为253.7nm，杀菌力远较太阳灯为强。日光也含有紫外线，但射到地面只剩下0.1%，且波长多大于290nm。波长为290nm、300nm、310nm的紫外线，其杀菌作用依次只相当于波长为254nm的50%、6%及1%。故日光中紫外线的杀菌作用有限。

紫外线除使微生物蛋白质变性外，尚可使：①核酸中

相邻的各类嘧啶形成二聚体，如DNA形成胸腺嘧啶二聚体，RNA形成尿嘧啶二聚体；②嘧啶的C₅与C₆双键处发生水化作用形成5-氢-6-羟衍生物，此反应对含RNA的微生物更为重要；③双股核酸发生交联。上述各反应均可导致微生物死亡(见图)。

某些微生物如大肠杆菌、灰色链霉菌等，对紫外线引

起的损害恢复能力较强，特别当照射剂量不足时，可有部分复活。一为光复活，即在波长为330~480nm可见光照射下，依光酶将胸腺嘧啶二聚体切开而恢复其原结构；一为暗复活，即不需光照，由水解酶切开二聚体，由DNA聚合酶和多核苷酸连接酶恢复其照射前结构。



紫外线杀菌作用的强弱，随微生物种类而异。在细菌中，革兰阴性菌较革兰阳性菌易于杀灭；繁殖体较芽胞易于杀灭。但有例外，如革兰阴性的伤寒杆菌比革兰阳性的金黄色葡萄球菌难于杀灭；黑曲霉孢子对紫外线的抵抗力比枯草杆菌芽胞大15倍。各类病毒对紫外线的抵抗力差别也很大。抵抗力较小的流感病毒比革兰阴性菌还易于杀灭，而抵抗力强的肝炎病毒，其抗力可比细菌繁殖体强10~100倍。此外，同种微生物芽胞比繁殖体的

抵抗力强2~10倍；不同株的抵抗力也不全相同；同一株的抵抗力，处于稳定期者较处于对数生长期者强。

紫外线的杀菌力与其照射时间和强度成正比。其强度又与光源和被照射物间的距离平方成反比。紫外线穿透力弱，灯管上的灰尘或油垢均可妨碍其透过，故须经常擦净。灯管在长期使用中，受紫外线作用发生一定变性，亦可影响其穿透。一般紫外线灯总使用时间不宜超过4000h。尘粒、杂质与多数介质对紫外线的穿透亦均有影响，如含有尘粒800~900个/m³的空气，只可透过70~80%；2.5cm及15cm深的蒸馏水只能透过97~98%及81~90%；0.1~5mm厚的酒、果汁、黑醋和蛋清只能透过10%；3mm厚的有机玻璃只能透过10~20%；糊窗纸只能透过20~40%；2mm厚的窗玻璃则完全不能透过。市售紫外线灯之设计大都于27℃左右时杀菌力最强，温度过高和过低均可降低其杀菌作用。温度低至4℃时可降低65~80%，一般不宜低于20℃。相对湿度较高时，空气中尘粒因吸潮变大，不利紫外线穿透，而降低其杀菌力。相对湿度从33%升至56%时，杀菌力可减少至原来的三分之一。消毒时相对湿度一般不宜超过50%。

用紫外线消毒室内空气，可将灯管悬于天花板下或装于墙壁上，离地约2.5m。无人时照射用，每10~15m²可装30W灯管2支。有人时照射用，灯管装量减半，并安装反射罩(见图1)，使光反射到天花板上，不直接照射到人体。一次照射时间不宜超过2h。此外，尚可使用移

紫外线对各种微生物的杀灭剂量(概值)

| 微生物名称 | 不同杀灭率所需剂量($\mu\text{W} \cdot \text{s}/\text{cm}^2$) | |
|---------|---|---------|
| | 99% | 99.99% |
| 流感病毒 | 2000 | >5000 |
| 大肠杆菌 | 6000 | 12,000 |
| 弗氏痢疾杆菌 | 6000 | 12,000 |
| 金黄色葡萄球菌 | 6000 | 12,000 |
| 伤寒杆菌 | 8000 | 16,000 |
| 白喉杆菌 | 10,000 | 20,000 |
| 结核杆菌 | 10,000 | 20,000 |
| 枯草杆菌芽胞 | 20,000 | 40,000 |
| 藤黄八选球菌 | 30,000 | 60,000 |
| 黑曲霉孢子 | 300,000 | 600,000 |

注：测定条件为，每毫升自来水中含微生物 $10^7 \sim 10^8$ 个，水深2cm。

动式装置照射(见图2)。该装置以直径30cm铝制圆筒为外壳,内壁装4支30W紫外线灯,一端装风扇。使用时,风扇转动迫使空气流经紫外线甬道,每分钟可消毒空气20m³以上。将紫外线灯装于空调系统过滤器后之管道内,亦可获得较好消毒效果。在建筑物出入口门框上部及左右,安装5支20W带反射罩的紫外线灯,可形成紫外线屏幕,使进出空气中的微生物减少92~99%。紫外线空气消毒常用于手术室、换药室、产房、婴儿室、隔离室、实验室以及其他公共场所。

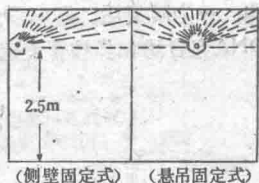


图1 固定式紫外线空气消毒

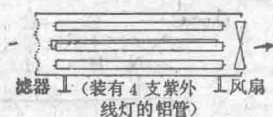


图2 移动式紫外线空气消毒装置

用紫外线消毒水,可不增加水的杂质,不改变水的气味。消毒时可于水道中装紫外线灯照射。水质应清洁,水深不宜超过2cm,灯管不宜浸于水中,以免降低灯管温度减少紫外线输出强度。此法可用于饮水及饲养某些忌氯生物用水的消毒(见“生活饮用水消毒”条)。

用紫外线消毒固体物品表面,须面面照到。物品与光源相距不宜超过1m。用30W灯管照射,时间不得少于30min。光滑表面较粗糙不平表面的消毒效果好。微生物接种箱内消毒,箱底紫外线强度不应低于40μW/cm²。如用紫外线灭活疫苗,其抗原性较用化学药物或热力灭活者为优。

紫外线可引起眼炎与皮肤病变,应避免长时间直接照射。必要时,可戴用防护眼镜与穿着防护服。空气受紫外线照射可形成臭氧。臭氧对眼有刺激作用,浓度超过5~10ppm,可引起脉搏加速、疲倦、头疼等症状;长时间吸入,可引起呼吸道炎症。人员长时间停留的场所应防止空气中臭氧积累。

(涂 斌)

电离辐射消毒

电离辐射消毒是指利用可引起物质分子或原子电离的射线杀灭传播媒介上微生物以防疾病传播的处理。早在1898年,Rieder即证明电离辐射中的X射线可杀菌。1900年,Strebel又证明镭的放射性有抑菌作用。第二次世界大战后,照射装置得到发展,乃开始其实用研究。最早消毒对象为食物和药品,60年代起大规模用于医疗用品灭菌。目前,其使用范围逐年扩大,已为原子能利用的重要方面之一。

常用于消毒的电离辐射为β射线与γ射线。β射线属粒子辐射。各种粒子辐射均可引起电离,但有的穿透力太弱,有的可使照射对象产生有害的诱生放射性,故一般仅将低能量的β射线用于消毒。γ射线属电磁辐射。具有电离作用的电磁辐射尚有X射线,但因杀菌效率低而

少用。

消毒用电离辐射装置有实验室或医院用的小型装置,或工业用大型装置。γ射线多以⁶⁰钴或¹³⁷铯为放射源,工业用者容量可达3M Ci。放射源多做成圆柱状,密封于不锈钢管内。不用时放入壁厚约1.7m的水泥井中,用时提出。被消毒物品须由传送带送至放射源周围照射。消毒用β射线常以下列两种电子加速器产生,一为直线加速器,现工业用者所产生的能量可达6~13MeV,输出功率达5~15kW;另一为范登格拉夫静电加速器,现工业用者所产生的电子能量为3~4MeV,输出功率为6~8kW。实际工作中,γ射线的使用较β射线广泛。两种射线及其装置的主要特点如下:

| | γ 射 线 | β 射 线 |
|------|------------|------------|
| 性 质 | 电磁波,不带电荷 | 电子流,带负电荷 |
| 电离作用 | 弱 | 比γ射线约强100倍 |
| 穿透力 | 比β射线约强100倍 | 弱 |
| 剂量率 | 低,灭菌所需时间长 | 高,灭菌所需时间短 |
| 利用系数 | >30% | 60% |
| 使用时间 | 可连续不断 | <30min |

电离辐射对微生物的致死作用有直接和间接两种。直接作用是射线的光子或电子直接轰击微生物的分子或原子,特别是轰击与微生物生命攸关的DNA,使之激发或电离,产生自由基,甚至使化学键发生交联或断裂。

间接作用是射线的光子或电子先轰击生物邻近之分子,特别是水分子,使激发或电离。水分子经照射后产生的激发状态分子或电离状态分子(H₂O⁺, H₂O⁻)皆可迅速分解成自由基·H·及·OH;若有游离氧存在,尚可产生强氧化自由基·HO₂·和H₂O₂·等。此类自由基或H₂O₂·均为强氧化剂或还原剂,可与核酸、酶或蛋白质结合,使嘌呤的咪唑环断开,嘧啶形成氧化物,或使核酸与蛋白质脱磷、脱氨。微生物分子结构被破坏,代谢被干扰,以至死亡。

电离辐射对微生物的杀灭作用,一般对细菌繁殖体最强,其下依次为霉菌、酵母菌及细菌芽胞(见表)。细菌中,革兰阴性菌较革兰阳性菌,需氧芽胞较厌氧芽胞易杀灭。对病毒的杀灭作用和对芽胞相差不多或更弱。单股病毒比双股病毒,大病毒比小病毒易杀灭。肉毒毒素较肉毒杆菌芽胞抵抗力强,须2.1Mrad才能破坏。个别细菌,如耐辐射微球菌较细菌芽胞抵抗力强,须3~4Mrad才能完全杀灭。

影响电离辐射灭菌作用的因素较多。不同种类微生物对电离辐射的抵抗力有所不同。不同血清型的同种微生物间亦可有差别。生长静止期微生物的抵抗力较对数期强。微生物于干粉状态下较于悬液中抵抗力强;于真空中干燥者较于大气中干燥者强。微生物浓度大,所需灭菌剂量也大。环境有氧时照射的杀菌作用较缺氧时强数倍以至十余倍,含氧量于1~10mg/L时影响最突出。冰冻条件下照射的杀菌作用较室温下弱一倍左右。微生物所在介质中如含可与辐射产生的自由基起反应的物质,

常见微生物电离辐射 D_{10} 值

| 微生物 | D_{10} (Mrad) |
|------------|-----------------|
| 病毒: | |
| 柯萨奇病毒 | 0.08~0.55 |
| 人肠细胞病空斑病毒 | 0.11~0.68 |
| 脊髓灰质炎病毒 | 0.07~0.65 |
| 口蹄疫病毒 | 0.62 |
| 圣路易脑炎病毒 | 0.55 |
| 委内瑞拉马脑炎病毒 | 0.40 |
| 西部马脑炎病毒 | 0.45 |
| 风疹病毒 | 0.44~0.67 |
| 新城鸡瘟病毒 | 0.49~0.56 |
| 呼肠病毒 | 0.41~0.49 |
| 流感病毒 | 0.05~0.56 |
| 多瘤病毒 | 0.07~5.30 |
| 腺病毒 | 0.38~0.61 |
| 单纯疱疹病毒 | 0.39~0.41 |
| 牛痘病毒 | 0.09~0.53 |
| 细菌: | |
| 肉毒杆菌芽胞 | 0.13~0.34 |
| 破伤风杆菌芽胞 | 0.22~0.33 |
| 产气荚膜杆菌芽胞 | 0.12~0.27 |
| 枯草杆菌芽胞 | 0.17~0.25 |
| 嗜热脂肪芽胞杆菌芽胞 | 0.21 |
| 短小芽胞杆菌芽胞 | 0.26~0.33 |
| 藤黄八叠球菌 | 0.09 |
| 肺炎双球菌 | 0.05 |
| 化脓性链球菌 | 0.03 |
| 金黄色葡萄球菌 | 0.02 |
| 鼠伤寒杆菌 | 0.02~0.13 |
| 肺炎杆菌 | 0.02 |
| 乙型副伤寒杆菌 | 0.02 |
| 大肠杆菌 | 0.01 |
| 绿脓杆菌 | 0.01 |
| 酵母: | |
| 酿酒酵母 | 0.05 |
| 白色球拟酵母 | 0.04 |
| 霉菌: | |
| 黑曲霉 | 0.05 |
| 特异青霉 | 0.02 |

注: 电离辐射 D_{10} 值为杀灭90%微生物所需的照射剂量。

如氨基酸、蛋白质及其他硫基化合物均可降低电离辐射杀菌效果。病毒于培养液中的抵抗力即比于水中强三倍。另外一些化合物, 如维生素K₃、氨基萘酚、氟腺甙及碘乙酰胺等, 则可加强电离辐射的杀菌作用。照射时, 如剂量率太高, 又不能很快补充消耗的氧, 其灭菌作用将减弱。故高速电子流杀菌作用较 γ 射线为差。照射后, 若微生物处于含有有利于核酸代谢物质, 如嘌呤、嘧啶、谷氨酸、丝氨酸和蛋氨酸等环境中, 在低于其适宜生长温度下培养, 则较易复苏。

电离辐射消毒的优点为: ①温度升高不超过4℃, 适于

处理易被热损坏的物品; ②穿透力强, 物品可预先包装密封, 有利长期保持无菌; ③物品受形状和结构的限制不大; ④消毒后立即可用; ⑤操作简单, 设备一旦安装好, 只需控制照射时间即可; ⑥可连续对大批物品消毒, 便于消毒工业化和自动化。目前, 不少国家已用于处理各种灭菌后随时可用或只用一次的医疗用品, 以及某些移植、食品和药品等。近年也试用于污水、污物的消毒。

灭菌剂量多规定为 2.5Mrad, 但也有根据微生物种类和数量确定剂量者。食品罐头处理剂量, 有按12D原则计算者, 即以测定杀灭90%微生物所需剂量 (D_{10}) 的12倍作为正式处理剂量。若测定的 D_{10} 值为 0.37Mrad, 则处理剂量即为 4.5Mrad。从理论上推算, 经 12D 剂量照射后, 可使微生物数量减至原有的 10^{-12} 。

电离辐射对某些物品有破坏作用。如棉织品和某些塑料(如聚四氟乙烯)经照射, 抗强度降低; 普通玻璃变黄; 某些食品变色、变味或营养价值降低; 某些水果失去原有香味; 某些药品失效等。一般在冰冻、干燥及无氧情况下, 用小剂量照射可减少物品损害。为减少物品吸收剂量, 有电离辐射巴氏消毒法和电离辐射杀菌法。前者(多用1Mrad以下剂量)使食品中细菌繁殖体减至很少后冷藏, 以延长保存时间; 后者仅杀灭与卫生有关的微生物, 如用亚灭菌剂量杀灭食物中的沙门氏菌。对食品与药物的电离辐射处理, 须经试验证明不致形成对人有害物质者, 才可用于生产。

(涂 斌)

微波消毒

微波属于非电离辐射, 一般指波长为 0.001~1m, 频率为 300~300,000MHz 的电磁波。1930 年前后, 曾初步研究其对微生物的作用。40年代后期, 发展为具有一定特点的消毒方法。60年代后, 微波消毒已于多方面得到推广应用。消毒时, 常用 915MHz 和 2450MHz 两种频率的微波。

微波的杀菌作用原理, 主要有两种观点: ①认为只是由于热效应; ②认为除热效应外, 尚有非热效应, 即微波本身具有的特殊杀菌作用。目前, 热效应作用已肯定, 非热效应作用尚在研究中。微波的热效应通常解释如下: 物质的每个分子均带有正负电荷, 如果分子两端电荷相反电量相等即成为偶极子。在一般情况下, 介质内的分子作不规则运动, 偶极子排列无一定取向。若物品在微波作用下, 其内部偶极子沿外加电场方向取向排列。当外加电场为高频交变电场, 则物品中偶极子的取向也以相同频率随着改变。这种高速运动使分子互相间产生类似摩擦的作用, 由之使温度升高。水是使微波产生热效应的良好介质。

消毒应用的微波加热器主要是驻波场谐振腔加热器。驻波是由两个振幅相同的相干波在同一直线上沿相反方向引进时叠加而成的波。由驻波构成的波场称为驻波场。谐振腔相当于声学中的共鸣箱。当输入微波的频率等于